

397-402

11107(17)

动物学研究 1992, 13(4):397-402
Zoological Research

ISSN 0254-5853
CN 53-1040/Q

综 述

白 蚁 研 究 与 进 展 概 述

朱世模 杨 兵

(中国科学院昆明动物研究所 650107)

黄复生 ✓

(中国科学院动物研究所)

Q969.296

关键词: 等翅目, 白蚁, 起源, 区系划分, 综合治理

白蚁科 ✓

Key words: Isoptera, Termite, Origination, Fauna, Integrated control

白蚁是昆虫分类系统中比较原始和古老的社会性昆虫。在长期的进化过程中, 群体逐渐演变成具有不同品级和高度分工、组织严密和科学的类群。同时, 随着地球的地质变迁和不断运动, 白蚁的形态特征、生物学特性、以及活动行为朝着有利于种群繁衍和生存的方向发展演化, 构成具有地区特色的生态类型和地理分布。因此, 白蚁类群往往多用于研究和阐明一些重要的进化概念和作用。如同源、趋同现象, 平行现象, 退化和适应性进化等。白蚁以取食各种植物性纤维为主, 营木棲、土棲和土木棲生活。从而对人类的衣食住行产生一定的影响。从地球表面的物质循环看, 它在森林生态系统中, 既是一个消费者, 又是一个分解者。它可取食和分解植物有机质, 转化成腐植质, 白蚁虫体具有丰富的营养, 可供人类加工开发食用, 其虫体及蚁巢、巢土均可入药, 治疗肝病、恶疮肿毒、益胃、清神、治痔等各类病症; 有些地区借用白蚁自地下深处, 搬运至地表的堆积物探查矿藏。相反, 白蚁也藉人类的活动传布繁衍, 造成房屋建筑、桥梁的倒塌, 水库、江河堤坝的溃决, 蛀食仓储物资。凡此种种, 常常给人民的生命财产带来不可估量的损失。据有关部门1985年的不完全统计, 我国各地因白蚁为害, 约损失17亿元。

白 蚁 的 起 源

多数昆虫学家的一个共同认识是, 原始的白蚁类群一些形态特征, 与蜚蠊近似。认为这两个类群在起源和系统发育上, 有较密的亲缘关系。McKittrick (1964) 首次证实澳白蚁属 *Mastotermes* 与食木蜚蠊 *Cryptocereus punctulatus* Scudder 前胃和雌性外生殖器的相同点。结合其它生物学和生态学比较, 不难得出白蚁的起源时期与蜚蠊起源相距不远的判断。甚至有人 (Richard 等, 1977) 推断, 白蚁很可能起源于营社会生活的

文本1991年3月6日收到, 同年9月9日修回。

类蜚蠊祖先 (Cockroachlike ancestor)。据化石资料, 蜚蠊目Blattariae Brunner 出现于古生代的石炭纪晚期 (3 亿年前)。此时期气候温暖湿润, 森林茂盛的沼泽环境, 有利于蜚蠊的生存和化石遗体的保存。该时期许多蜚蠊种类与现代类群相近似, 表明其演化进度与变异程度比较缓慢。Zalessky 认为白蚁的起源时期, 是在中生代的二叠纪 (Permian)。并以该时期的化石标本, 建立了乌拉尔白蚁科Uralo termitidae Zalessky 1937 二叠乌拉白蚁*Uralotermes permianus* Zalessky 1937。但美国昆虫学家 Emerson 并不认为*Uralotermes permianus*是白蚁化石, 曾予以否定 (1965)。他在1967年描述了一个产于白垩纪 (Cretaceous) 的化石标本, 定名为卡氏白垩白蚁*Cretatermes carpenteri*。这是迄今发现的最早化石标本 (如果*Uralotermes*化石标本被否定)。但Emerson (1967) 并不否定白蚁可能起源于古生代晚期至中生代早期之间。

此外, Kapoor (1981) 认为白蚁起源于白垩纪晚期, 但可追溯至石炭纪早期; 松香光夫等 (1984) 认为起源于白垩纪早期, 并追溯至三叠纪的早三叠世 (Triassic-T₁)。

在研究了白蚁与蜚蠊的亲缘关系; 云贵高原二叠纪晚期古蠊科 Archimylacridae 蜚蠊化石的发现 (林启彬, 1978); 古地理环境的演变; 以及云南独特的地域性气候和适宜的生态环境的基础上。作者推断, 我国西南地区的白蚁, 可能起源于二叠纪末期至三叠纪初期 (朱世模, 1989)。以后随着地质变迁, 逐渐在亚热带、热带雨林、季雨林以及低热河谷的广大地域传布扩展。与此同时, 在研究白蚁与蜚蠊相关形态特征的基础上, 提出了白蚁具进化意义的原始型、蜕变型论点 (黄复生等, 1988)。它不仅能反映出白蚁各品级的进化水平, 而且从形态归类中, 进一步认识白蚁各科之间的亲缘关系和分类系统。

白蚁地理分布和区系划分

目前已知白蚁主要分布在世界各大洲气候湿热、植被繁茂的地区, 如非洲邻近赤道的南北两侧地区; 印度次大陆; 东南亚地区; 新澳地区; 北、中、南美洲大陆等地区; 古北区南部及与东洋区相邻的地域, 地中海北岸诸半岛地区。但历次发现的白蚁化石地点, 有相当一部分是分布在当今北半球的寒冷地区。据统计, 在已知现已灭绝的白蚁24个化石属中, 分布在这一地区的化石属占73.91%。如波罗的海的木白蚁科Kalotermitidae中*Proelectrotermes*, *Electrotermes*化石; 分布德国、捷克和斯洛伐克的澳白蚁科Mastotermitidae中*Miotermes*; 西伯利亚的原白蚁科Hodotermitidae中*Ulmeriella*; 以及北美洲东北部, 靠近北极圈的拉布拉多 (Labrador) 的*Cretatermes*等 (Krishna, 1969)。相反, 一些白蚁化石属, 如Mastotermitidae, Kalotermitidae, Rhinotermitidae等科内较原始的10个化石类群, *Mastotermes*, *Cryptotermes*, *Incisitermes*, *Neotermes*, *Kalotermes*, *Glyptotermes*, *Calcaritermes*, *Heterotermes*, *Coptotermes*和*Reticulitermes*至今仍存留繁衍。其中除了*Kalotermes*, *Heterotermes*, *Coptotermes*, *Reticulitermes* 4个化石属, 在目前北半球古北区和新北区的温暖地带仍有分布外, 其余化石属, 均分别分布在热带和亚热带的东洋区、马尔加什区、新热带区、埃塞俄比亚区、澳洲区和巴布亚地区 (表1)。

表 1 延续生存的化石属地理分布

Tab. 1 Geographic distribution of the termite fossils living continually

科 名	属 名	古北区	新北区	东洋区	马尔加什	新热带区	埃塞俄比亚区	澳洲区	巴布亚
Mastotermitidae	<i>Mastotermes</i>							+	
Kalotermitidae	<i>Cryptotermes</i>		+	+	+	+	+	+	+
	<i>Incisitermes</i>		+	+	+	+			+
	<i>Neotermes</i>		+	+	+	+	+	+	+
	<i>Kalotermes</i>	+	+	+	+		+	+	+
	<i>Glyptotermes</i>			+	+	+	+	+	+
	<i>Calcaritermes</i>		+			+			
Rhinotermitidae	<i>Heterotermes</i>		+	+		+	+	+	+
	<i>Coptotermes</i>	+		+	+	+	+	+	+
	<i>Reticulitermes</i>	+	+						

现试从地球的古地理演变, 阐述白蚁在漫长的系统演化中形成的地理分布。在中生代晚期的白垩纪, 大地构造处于旧阿尔卑斯(燕山)构造阶段。此时南美洲、非洲和澳洲已经分离。全球属于热带气候。水杉与近代被子植物森林出现, 恐龙极盛。到晚白垩世, 气候略有变化, 近代森林增加, 裸子植物开始衰退, 恐龙灭绝, 古代哺乳动物显著。此时期白蚁各科已分布在地球各个地区。到第三纪, 欧洲和北美洲已经漂离, 形成现今的状态。全球局部地区出现谷地冰川, 由热带气候转为凉爽半干, 气温几度波动。一度扩展到北极地带的大片森林, 逐渐缩小和衰退。植物已全部进入被子植物时代。白蚁化石标本多发现于始新世至上新世之间的各个大陆。从全球的地理与气候演变分析, 作者等认为: 1. 从已发现的最早白蚁化石年龄推算, 中生代晚期分布在世界各主要热带、亚热带地区的白蚁, 是在大陆漂移和分离前后的过程中形成的; 2. 各亚科和属的分化及其地理分布, 则是在欧洲和北美洲分离前, 甚至是在大陆漂移以前, 就分布在各个大陆地域上(黄复生等, 1989); 3. 白蚁在长时期的进化过程中, 因地球气候变化, 北半球的部分地区白蚁类群, 不能抵御严寒而灭绝。同时遵循共同的物种进化规律, 在相同或不同的地理环境中进行演变、分化, 逐渐形成以纤维素为主, 大部类群在湿热地区, 营封闭的社会群居生活, 进而在各个大陆, 建立有一定亲缘关联的、具有地理特色的区系组成。

我国近代白蚁的分类区系研究, 大约始于本世纪初。已有资料记载的是日本昆虫学家松村松年 1904 年报道的台湾产白蚁 *Termes* sp., 1907 年定名为赤树白蚁 *Glyptotermes satsumensis* (Matsumura)。1949 年 Snyder 在《世界白蚁名录》中, 共记录中国产白蚁 26 种, 但均系国外学者定名。从五十年代起, 我国昆虫学家和白蚁科技工作者, 先后开展了系统的研究工作。华南热带作物科学研究所的尤其伟教授, 借其助手平正明等人, 对中国云南、两广、海南岛的 18 属 46 种白蚁进行了生物学、生态学的考察研究。并在此基础上, 首次提出了中国南部(两广、云南)白蚁区系划分的初步意见。随后, 复于 1964 年正式发表了《中国等翅目区系划分的探讨》论文。区划为中国温带带、中国亚

热带带和中国热带带 3 个白蚁分布区。并按筑巢位置及方式, 将热带带区分为垅巢系、半垅系、球垅系、地巢系、室巢系和木巢系。尤氏区划特点是: 1. 反映出各区白蚁的部分生物学、生态学特性; 2. 揭示出我国中、南部地区白蚁的广布种和地区特有种的分布状态。但是, 由于受到七十年代以后才陆续发展起来的、与白蚁地理分布密切相关的地质学、古地理学、古生物学和昆虫地质历史等进展的限制, 从而对某些白蚁的区系组成、起源时期、起源中心的探讨和论证受到了限制。如曾根据 Zalessky 定名的 *Uralotermes* 化石 (Emerson 曾于 1965 年予以否定), 进而推断原苏联乌拉尔地区是等翅目起源的中心。即或如此, 该文仍不失为我国白蚁的区系研究, 提供了值得借鉴之文献。我国著名昆虫学家蔡邦华教授及其助手陈宁生, 与尤其伟同期发表《中国白蚁分类和区系问题》* 一文。对全国已知 62 种白蚁的分布地点进行整理分析, 得出我国白蚁区系, 以西南为中心, 逐步向北向东分布扩散, 止于北纬 40° 。愈近中心, 种类多而生活习性愈加复杂。蔡氏以我国分布较广的散白蚁 *Reticulitermes*、土白蚁 *Odontotermes*、家白蚁 *Coptotermes*、木白蚁 *Cryptotermes* 和大白蚁亚科 *Mastotermitinae* 各属的土垅类群为代表的分布北界, 划分共 5 个区。并指出各区的南界相互重叠特点, 愈往南其重叠性愈加集中交错。此种区划特点是: 1. 明确了我国 4 类白蚁的北界范围; 2. 按地形的生物-气候类型相结合进行区划, 似与中国综合自然地理区划有相对应之处。同时显示出中国白蚁在生态地理方面的系统概念。但因当时条件所限, 对西藏东南地区的察隅、墨脱和南海的西沙群岛的白蚁, 未作系统调查, 在区划中未能加以反映。

随着我国白蚁研究工作的进展, 白蚁种类从七十年代末的 94 种增加到近 400 种。各类群的地理分布逐步扩大。加上白蚁生存地区气候、土壤、植被和人类活动等因素的影响, 构成了各自生存发展的自然地理综合体。因此, 若单从白蚁类群和气候因素考虑区系划分, 似嫌不足以全面阐明其区划特点。尤其是白蚁赖以生存的林木和林区生态系统, 又是白蚁区划中的重要组成部分。为此, 作者根据尤、蔡区划意见, 取二者之所长, 结合中国综合自然区划, 并针对白蚁在各地的分布特点, 白蚁对林木经济价值产生的影响等诸因素, 将中国白蚁区划为 6 区 19 亚区:

I 暖温带落叶阔叶林区

I₁ 辽东-黄淮亚区

I₂ 冀北-关中亚区

I₃ 晋中-陕甘亚区

II 北亚热带落叶阔叶与常绿阔叶混交林区

II₁ 江淮中下游亚区

II₂ 秦岭大巴山亚区

III 中亚热带常绿阔叶林区

III₁ 浙闽亚区

III₂ 湘桂赣山地丘陵亚区

III₃ 贵州高原亚区

* 尤其伟和蔡邦华论文, 同时在 1964 年昆虫学报 13 卷 1 期发表。

Ⅲ. 四川盆地亚区

Ⅳ 南亚热带常绿阔叶林区

Ⅳ₁₀ 台湾亚区

Ⅳ₁₁ 泉州—广州—玉林亚区

Ⅳ₁₂ 南宁—百色亚区

V 西南亚热带常绿阔叶林区

V₁₃ 滇东—西昌亚区

V₁₄ 横断山脉南部亚区

V₁₅ 滇西—藏南亚区

V₁₆ 横断山脉中部亚区

Ⅵ 热带季雨林区

Ⅵ₁₇ 雷州半岛—凭祥亚区

Ⅵ₁₈ 海南岛亚区

Ⅵ₁₉ 滇南亚区

值得指出的是,此种白蚁区系划分的方法,出现了某些白蚁类群的种属,同时分布在两个或以上地区的现象,似有重复之感。但这种重复,足以反映出这些种属在各个地理区划中,表现出来的独特性和同时分布在几个区划的整体性。

白 蚁 的 综 合 治 理

白蚁生物学生态学研究 我国近几十年有关白蚁生物学、生态学研究,主要是在蚁害综合治理的前提和需要的基础上,逐步开展起来的。故研究对象多偏重在为害木料、房屋建筑、堤岸大坝、仓储物资等方面的堆砂白蚁属 *Cryptotermes* sp.、散白蚁属、土白蚁属、家白蚁属和大白蚁属 *Macrotermes* sp.。研究结果表明,在基础理论和实践应用两个方面,都取得了很大进展。黄亮文等(1983)在广州、清远等地室内外,对台湾家白蚁 *Coptotermes formosanus* Shiraki 进行了8年的系列研究,终于在第八年培养出首批有翅成虫。李耀华、刘显钧等对宜昌地区黄胸散白蚁 *Reticulitermes speratus* (Kolbe) 分群活动的生物、生态学研究,积21年之研究结果,确定了黄胸散白蚁分群期时限;阐明了各次分飞与温度的关系,提出了分群发生的气象规律和分群的年度间断性。从而对该地区黄胸散白蚁的防治,提供了有指导意义的科学依据。潘演征、刘源智等人从1976年开始,对四川的黑胸散白蚁 *Reticulitermes chinensis* Snyder 进行了为时14年的研究。其内容包括,黑胸散白蚁在四川盆地分飞期的划分及预测;补充型生殖蚁的产生及发育;新群体的建立及发展规律的研究等。在实验室条件下饲养的新建群体,经历了9—10年发育成熟,分化产生有翅成虫。李栋、赵元等(1983)对土质堤坝内营巢为害的黑翅土白蚁 *Odontotermes formosanus* Shiraki、海南土白蚁 *O. hainanensis* (Light)、黄翅大白蚁 *Macrotermes barneyi* Light 的活动规律进行了长期调查研究,摸索出该种群的分群孔分布图象与主巢方位的规律性,并在防治实践中得到进一步验证。从而为防治堤坝土白蚁和大白蚁,提供了较准确而有效的理论依据。陈

傅尧等(1981)从1974年起,采取定巢观察、室内饲养和剖巢检查等方法,对严重为害安徽南部和江淮丘陵地区的林木及堤坝土棲白蚁(黑翅土白蚁和黄翅大白蚁)进行了系统研究,提出了土棲白蚁类群的活动规律和防治技术。

白蚁的综合治理 不同类群的白蚁食性亦不尽相同。因此为害对象及种类也有差别。大致可分为以下几类:蛀食干木材类,如堆砂白蚁属;培养真菌类,如大白蚁属和土白蚁属;食草类,如刈草类白蚁属 *Anacanthotermes*。对各类白蚁的防治,仍贯彻“预防为主,综合防治”的方针。如使用化学物质处理木材,达到防白蚁、防腐,以保护房屋和延长使用寿命的目的;采用化学药剂、毒土、物理隔离,改进护套材料性能以防止家白蚁对地下电缆的蛀蚀。在化学药剂防治上,我国多使用砷制剂(砒霜类)、有机合成药物(灭蚁灵)毒杀或诱杀;用熏蒸法(磷化铝、溴甲烷、氯化苦、硫酰氟)防治堆砂白蚁和堤坝白蚁;选用艾氏剂、狄氏剂、辛硫磷、甲基异硫磷、二氯苯醚菊酯、灭蚁灵等药物,防治为害甘蔗、茶、桑、橡胶、果树和其它热带经济作物白蚁,收效亦佳。高道蓉等采用毒饵诱杀土白蚁和家白蚁的技术应用(如粉状诱杀包、胶冻剂、纸型等),有显著进展。近年来已成为我国白蚁综合防治措施中的重要内容。

其它如放射性同位素和声频的应用;利用微生物(白僵菌、黄霉菌、腐木真菌毒素等)防治白蚁;利用保幼激素、跟踪激素对白蚁的品级分化、个体发育和群体活动进行干扰和破坏,以达到控制种群和防治的目的。为防止或减少新群体的再建立,可在有翅成虫分飞期内,设置灯光诱集或利用鸟类、蛙类、蜥蜴、家禽、小兽类(穿山甲、针鼹),以及天敌昆虫(蚂蚁、蜻蜓等)捕食。此外,还应对白蚁发生为害国家和地区进口的木材和木制品进行检疫,防止和杜绝国外种类传带入中国。国内的木材和仓储物资在检疫时,也应注意这个问题。

参 考 文 献

- 尤其伟,平正明. 1964. 中国等翅目区系划分的探讨. 昆虫学报, 13(1): 10—23.
- 李桂祥, 戴自荣等. 1989. 中国白蚁与防治方法. 北京: 科学出版社, 88—124.
- 李栋, 赵元等. 1983. 黑翅土白蚁的分群孔与主巢方位的关系. 昆虫学报, 26(1): 30—35.
- 陈傅尧. 1981. 土栖白蚁. 合肥: 安徽科学出版社.
- 林善祥. 1988. 农林白蚁. 北京: 农业出版社.
- 黄复生, 朱世模等. 1987. 大陆漂移与白蚁的系统发育. 动物学研究, 8(1): 55—59.
- 黄复生, 朱世模, 李桂祥. 1988. 白蚁的外部形态和分类系统. 动物学研究, 9(3): 301—308.
- 黄复生, 李桂祥, 朱世模. 1989. 中国蚊白分类及生物学. 杨陵: 天则出版社 46—65.
- 黄亮文, 陈丽玲. 1983. 从家白蚁实验群体培育出有翅繁殖蚁. 昆虫学报, 26(4): 463—464.
- 朱世模, 黄复生. 1989. 地质变迁与云南白蚁的发生. 动物学研究, 10(1): 1—8.
- Emerson, A. E. 1967. Cretaceous insects from Labrador 3. A new genus and species of termite (Isoptera, Hodotermitidae) *Psyche*, 74(4): 276—289.
- Kapoor, V. C. 1981. Origin and evolution of insects, Ludhiana: Kaliyani Publishers, 53—69.
- Krishna, K. & Weesner, F. M. 1970. Biology of Termites, New York: Academia press, 127—152.
- Snyder, T. E. 1949. Catalog of the termites (Isoptera) of the world, *Smithson. Inst.*